關於臺灣土壤及各種肥料中的Mn含量

國立臺灣大學土壤肥料研究室

邱　再　發

當研究本論文時受恩師農學博士，徐水泉教授指導及臺灣省農業試驗所梁鉅榮技正提供試料尤多援助深爲感激。

I 緒　　論

植物體的主要成分 C, H, O, N, P, S, K, Mg, Ca, Fe 等是植物的十大必需不可缺的要素。這個事實自從很早時代就知道了。近年來研究的結果認爲這些十要素以外 Mn, Cu, Zn, B 等所謂微量要素也是對於植物很重要的。近代對于這個微量要素注意的人很多，同時植物正常生育上必要的種種新要素也漸漸被發見出來了。不久應該能由很多的研究者闡明各微量要素對於植物的生理機能，並且也能闡明因它過剩或缺乏而發生的作用。

上記微量要素中 Mn 佔相當重要的地位，而近來已經計入於植物的必需要素中，植物體的 Mn 需要量極少。但是許多土壤中常常缺乏 Mn。關於 Mn 對植物的重要性有如下的相當的研究業蹟，同時許多人正在繼續做更詳細的研究。

i　植物體中 Mn 的生理機能

Mc Hargue[1]研究 Mn 對於植物生育的作用報告；Mn 存在種子尤其是種皮中。大麥，小麥，米等 Mn 量特別多。其中小麥風乾物可達 0.02%。他說，凡除去種皮，即等於除去 Mn 與 Vitamin. 種子中 Mn 含量能够使幼植物的生理作用完全。但是生長的時候如果沒有外部供給 Mn, 葉綠素的生成就不完全。呈現好像萎黃病的徵候，而葉尖枯死，生長停止。這個現象在荳科植植物特別顯著。他又報告，Mn 與 Fe 在 N 同化作用及蛋白質合成上有重要的作用。

John W. Shrive[2]由於 Fe-deficiency 與 Mn-deficiency 會同樣呈現 Chlorosis 的事實而說明 Fe 與 Mn 的密切關係。Active Fe 在植物體內以二價 (Fe^{++}) 的形態而存在，且 Mn 的 Oxidizing potential 較 Fe 爲大 ($Mn^{++++}+Fe^{++}\rightarrow Fe^{+++}$)，所以細胞中有 Mn ion 存在的時候 Active Fe 便減少。因此 Mn 多時 Active Fe 就減少，而 Mn 減少時 Active Fe 就增多。換句話說，Mn 缺乏的時候 Active Fe 反而增加，結果植物因 Fe 的 Toxicity 而呈 Chlorosis. 然而 Mn 多的時候 Active Fe 反而減少，結果植物因 Fe 的 Deficiency 而呈 Chlorosis. 由此可知，Mn 的過剩及缺乏均對於植物有害。Shive 報告，植物體內當Fe/Mn ratio=1.5~2.5 的時候最好。

據 G. D. Sherman[3]的研究，Mn 對於植物的重要性可以說是在能乎保持與chlorophyll synthesis 有關的作用所必要的 Oxidation-reduction level。如上所述 Mn 與 Fe 間有密切關係。Friz Albert[4]

也報告，Mn 對於 Nitrate-assimi lation 的重要性比 Fe 還大。據 I .Friedrichen[24]的研究，植物培養試驗的時候，雖然供給 Fe, 但如果缺乏 Mn 就呈現 Chlorosis, 然而施用 Mn (2.5~10 r/l) 時對 Chlorophyll production 便有效果。又說將 NO_3-culture 與 NH_4^+-culture 相比較時可以知道 Mn 對於 NO_3-reduction 好像是成 Cata lyser 的作用。 Jones & Peters 做 Soybean plant 的實驗主張，Mn 是還元 Nitrate 使形成 Amino-compound 的重要 Cata lyst

又據 F. C. Gerretsen[6]的研究，Mn 缺乏植物的葉中，Mn含量較少，並且 Respiration 也少。又 Mn 缺乏會影響到 CO_2-assimilation 使 Assimilates 缺乏，而呈 Nectrotic leaf spots 等病症。W. P. Kelley[7] 綜合許多研究報告說，雖然還不能確定 Mn 在 Oxidizing enzyme 的構成上有無必要，但是 Mn 可以促進 Oxidation 是很明顯的。據松本說，Mn 在植物體中會刺戟氧化酵素而促進其作用，同時它是生長點的未熟組織所必需的要素。

其他關於 Mn 的作用 ，P. A. Vlasyuk[8] 說，Mn 在植物體中能支配 N. P. K 的作用，促進 Photosyn thesis 貢献 於Sugar 的積蓄與轉移，並且影響於 N-metabolism. Harrmer & Sherman[9] 由於實驗而確認施用 Mn 可以增加植物體內的 Ascorbic acid, 換句話說，就是 Mn 對於 Vitamin C 的 Synthesis 有影響。Bishop[10]做栽培試驗的結果認爲 Mn 是植物的必需要素，而與 Chlorophyll format.on 及 Carbon assimilation 有關。K. Scharrer[11] 分植物爲好錳性與好鐵性的二種，而把稻，燕麥認爲屬於前者的代表植物。好錳性植物中大部分是嫌石灰的並且其耐酸性較强。酸性土壤中施用 Mn 而栽培好石灰性植物的時候，其生長可以完全停止。

ii Mn 對於植物的效果

如此所述，現在 Mn 的生理機能已經大部分明瞭，其重要性[12] 也已被承認，而烈於必需要素中，[13]關於依 Mn 不足而引起的 Mn Deficiency symptom 也有很多研究。又確認施用 Mn 時對於植物生育有效而可增加作物收量。再進一步，已經被使用爲 Mn 肥料了。

Samuel & Piper[14]依水耕法，栽培各種植物而發見缺乏 Mn 的時候這些植物不能生育。所以就把 Mn 當爲必需不可缺的元素。關於用 Mn 使作物得到刺戟效果而增加收量的事實，在世界上尙未研究之前麻生氏[15]早就研究出來了。Mn 對 Tobacco[16]的生育是必需的，其他對於茶，甘蔗 Cacao 等種種植物也有效果。T. Eden[17]關於茶園的 Mn 報告說，茶園的 Mn 含量與茶葉的 Mn 含量間雖然沒有一定的關係，但由一般說起來，土壤中 Mn 含量多的時候，茶樹就繁茂而且茶葉中 Mn 含量也多。P. E. Turner[18]研究甘蔗土壤而報告，其中含有 0.029~0.098%的 Mn, 而在甘蔗成熟期間，土壤中 Mn 含量多的地方蔗汁的糖度也高。又據 Donald[19] 的研究，在 Trindad 地方，Cacao 的收量多的土壤中 Mn 含量也多，而 Cacao 收量的減低可視爲 Mn 缺乏的原因。據在澳洲的報告[20]在 Corny Point 地方五年間的大麥收量依 $MnSO_4$ 14 lbs/acre 的施用可得近50%的增收。在這個地方施用 $MnSO_4$ 最有效的是 28~42 lbs/acre。

Harrmer & Sherman[21] 說，使用 Mn SO_4 的噴霧可以顯著的增加數種作物的收量。尤其是能充分矯正在 Alkali Soil 植物的 Chlorosis of top, 並能增加綠色，而且在產育上有很大的效果。用 Mn Spraing 可增加 Potato 及 Onion 的量，促進其成熟。又對於 Sugar beet 的收量及糖分增加

也有效的。依 Mn Spraing treatment, Potato, bean, onion 等作物的 Foliage color of top 可以在48小時以內予以矯正。同樣的 Sugar beet, tomato 在48小時以上就有效果。一般而言，$MnSO_4$ 的噴霧法較土壤中施用法更有直接效果。他們又對 Mn 施用與 PH 間的關係也有詳細的研究。Steckel[22]說，在缺乏 Mn 的土壤中栽培的 Soybean 收量只有 15.1 bu./acre. 但是施用 Mn SO_4 及 ES-Min-El (Mn SO_4 35, Cu SO_4 25 Zn SO_4 9 $Fe_2(SO_4)_3$ 7 and borax 1 的混合物) 的時候，各得到 1.3 bu./acre 及 11.5 bu./acre 的增收。Mn 以 Complex fertilizer 施用於 Soybean plant 的時候，其吸收情形較單獨施用 Mn 的時候還好。又缺乏 Mn 的土壤 PH 是 6.5 以上，並且有機質含量較高。R. L. Cook[23]也主張，PH 8.5 以上的土壤需施用含有 Mn SO_4 的肥料。P. A. Vlasyuk[8]報告，Mn 在土壤中能促進有機質的分解，刺戟微生物作用，昇高土壤膠質的 Electric kinetic potential, 並能增加水溶性 N, P, K 的量。

在臺灣關於微量要素的研究文獻很少。關於 Mn 的報告，德岡及緒岡[25]兩氏做蔬菜水耕栽培的試驗，其結果如下，Mn 到 0.1 p.p.m. 爲止均表示優於標準區的成積，而在 0.05 p.p.m. 的時候收量最多。但在 0.1 p.p.m. 以上就呈現收量的漸減。他[26]又試驗 Mn 對水稻生育的影響，而得到多少的增收。P. Aigar[27]也報告水稻所需要的微量要素中最重要的是 Mn 與 Fe 所以應適當調節 Fe/Mn ratio 才好。

如上所述 Mn 對植物有很大的效果。但 Mn 不足的時候會呈現種種缺乏症狀 (28 29 30 31 32) 是世上週知的事實。Dickey & Renther[33]研究 Flo rida 州各地的觀賞植物的 Mn 缺乏症 Chlorotic disorders 說，依 $MnSO_4$ 的噴霧處理或施用於土壤中可以矯正其病症，Alkali 或 Neutral soil 容易引起 Mn 的缺乏，而噴霧處理的時候最適當的噴霧液成分是 2 oz. $MnSO_4$+1 oz. $Ca(OH)_2$/2.5 gal. Water。B. R. Bertraman[34] 對 Indiana州的 Soybean 的 Mn 缺乏症，施用 25 lbs $MnSO_4$ 與 100 lbs 0—12—12 Fertilizer/acre 的混合物而治癒其病症。如果不用混合肥料而只用 $MnSO_4$ 來治癒 Mn 缺乏症的時需要 100 lbs 的 $MnSO_4$。S. Geneke[35]用缺乏 Mn 的土壤做 Oat 的 Pot 試驗，他使用的 Basic slag 中，含有 18.1~15.8% P_2O_5 及 4·5~7.9% Mn 其效果與 Mn SO_4 同樣能預防 Oat 的 Mn 缺乏症卽所謂 Dry-speck-disease, 並且因 Mn 的施用可得 Grain 與 Kernel 的收量增加。Basic slag 中的 Mn 是以 Oxide 形態存在的。

一般植物的 Mn 必需量[36]都屬於僅少。當然對 Mn 以外的微量要素也是一樣的。如果有效性 Mn 的量過多的時，許多植物如 Tobacco, rufber plant[37][38] 等就呈現毒作用。據 Berger & Gerloff[40] 的研究，Potato 在 PH 5.0 以下的酸性土壤中呈現 Necrosis 黑班症，在溫室實驗也是一樣，用 PH 低的土壤可引起厲害的 Necrosis 這種病症若施用石灰就可以防止。Necrosis 的原因並不是土壤的 Acidity 或 Soluble Al, 也不是 Cu, Mg, Fe 的缺乏。培養液中只用 2 p.p.m. 的 Mn 就能惹起激烈的 Necrosis, 其病狀與耕地 Potato 所呈現的病狀都一致。就是說 Necrosis 是原因於 Mntoxicity, 他們對於這個 Mn-toxicity 提出施用石灰而防止的方法。

iii 關於土壤中的 Mn

土壤中植物能直接利用的 Mn 量較其全 Mn 量是僅少的。最近土壤中的 Mn 形態及其變化很惹

人注目。土壤反應很早就被認爲測定有效性 Mn 的一個 Factor。近年來對於土壤中 Mn 化合物的溶解度的研究上，一般認爲除土壤反應外，土壤中 Oxidation reduction equilibrium 也可以直接影響於 Mn 的溶解度。Piper[41] 指摘土壤中 Mn 的唯一性質出來，就是土壤的 Oxidation- reduction equilibrium 可以靈敏的影響於土壤 Mn 他主張在 Oxidation-reduction equibrium 之下的土壤中 Mn, 其中 Manganous manganese (Mn^{++}) 可以直接被植物利用，就是土壤中 Mn^{++} 的量卽能表示土壤對植物供給其所需要 Mn 的能力。據 Leeper[42]的研究，土壤中施用 Manganous manganese 不一定可以斷定爲施用 Available Mn 的標準。因爲有的土壤不能充分保持這種形態的 Mn 他提出了 Manganous-manganic egnilibrium 狀態下的有效性 Mn 量的測定方法。由此測定可以知道土壤供給植物所需 Mn 的最正確的能力。他提出如下 Hypothesis 來說明在 Oxidation-rednction equili brium 狀態下之 Mn。

(a) Water soluble $Mn^{++} \rightleftarrows$ (b) Exchangeable Mn $\rightleftarrows$ (c) Easily reducible $MnO_2 \leftrightarrows$ Relatively inert manganic oxides

卽所加的 Manganous Mn, 依土壤條件可變爲 Manganic Mn, 而固定在土壤中。easily reducible MnO_2 包含 MnO_2 與 MnO 兩種形態。上記 Equili brium 中最上面的 (a) (b) (c) 三種 Mn 形態可以對於植物有效，就是表示爲 ActiveMn 他考慮到 MnO_2 的量最重要，而發見了任何土壤中如果 Easily redncible MnO_2 量少於 15 p.p.m. 就會在植物生育上引起 Mn 缺乏的事實。又說假如 MnO_2 有 100 p.p.m 以上的時候供給於植物的 Mn 量就充分够了。

Schmidt[43] 等使用 50 lbs/acre 的 Mn So_4 也沒有得到植物收量的增加。這是因爲施用過剩量石灰的結果 soluble Mn 變成 Insoluble Mn 的緣故。他提議當此時應使用 Mn 的混合物肥料。Koch[44] 說，Mn 以 Acid soluble form 及 MnO_2 form 而存在。前者易溶於 H_2SO_4, 後者用 Na_2SO_3 還元後就溶易變成溶解性。依廣範圍的試驗可知道，Cultivation 使土壤中 Mn 含量漸漸減少。在特殊地域 Soil texture 可直接影響於 Mn 含量。Hoon[45]也報告，在 Punjab Soil, 隨於 Silt, Clay, 的增加，Mn 含量也少微增加。據 Krumin[3]說，在土壤中，Fe 對 HNO_3 的溶解度較對 HCl 的溶解度爲大。但是 Mn 對 HNO_3 或 HCl 都容易溶解。土壤中 Fe 的 Total 量與 Acid soluble 量間相差很大，但若在 Mn 的時候，這個相差就很小。Cultivated soil 的 Mn 含量較 Forest soil 爲高。Active MnO_2 的量隨於 PH的降低而減少。一般而言，Mn 不存在於 PH > 8.5的土壤中而在 PH < 5 的土壤中時其含量頗多。表土的 Active MnO_2 較心土的 Active MnO_2 爲少。凡在 Anaerobic condition 的土壤或含有多量有機質的土壤，其中 Exchangable Mn 都會增加。又據 Fujimots & Scherman[47][48] 的研究，土壤中 Exchangeable Mn 量可依所施用的石灰量的增加而減少。施用 4 ton/acre 的石灰時土壤中 Exchangeable Mn 量會由 1065 p.p.m. 降至 148 p.p.m. 施用 Dolomite 或 $CaCO_3$ 時能減少植物的 Mn 吸收。然施用 S 時反而能增加 Exchangeable Mn 而使植物的 Mn 吸收量增加。又如用 Hydroquinon, $SnCl_2$, HCHO, KI, Hydrazin sulfate 等還元劑也能增加土壤中的 Exchangeable Mn 量。其中 Hydroquinon 最好。

H. J. Snider[49] 在 Kentucky 硏究，各種作物中的 Mn 含量依作物的種類，土壤反應以及施用肥料的種類而會變化。施用燐肥料時可影響於 Grass 和 Corn plants 的 Mn 吸收量。提高土壤酸性

時，可增加 Availab'e Mn 的量。在表土 Soluble Mn 及 Rep'aceable Mn 量對 Hion 濃度的關係比它對 Replaceab'e bases 的量的關係更爲密切。Snider[60] 又研究植物體內的 Mn 含量說，在未施用 Mn 前的土壤中，Corn Plant 內的 N/Mn ratio 是 1 : 7 而在施用 Mn 後，其 ratio 是 1 : 160。把土壤反應由 PH 4.4 提高到 PH 6.2 時會影響於 Soybean p'ant 的 N 及 Mn 含量，但是沒有什麼影響到 Fe 的含量。據 S. G. Heintz[29]的研究，對於 Mn 的缺乏很靈敏的作物當有 0.3mg./100 gr. soil 以上的 Exchangeable Mn 存在的時候可以正常生育。Mn 缺乏症狀是在 Exchangeable Mn 含量低或 Nitrifiable N 含量高的時候才會發生的。在 Pea plant 的開花以前雖然積蓄 Mn, 也不能防止 Mn 缺乏症 "Marsh-spot"。就是說在種子形成期間也要供給適當量的 Mn。於 Availab'e Mn 豐富的土壤中生育的 Pla plant 內如果注入 Simple N-Compound [$Ca(NO_3)_2$, $(NH_4)_2SO_4$, NH_4NO_3, glycine, alanine, asparagine] 就能惹起 "Marslr spot"。

現在，在廣範圍的地域中，發見了不少缺乏 Mn 的土壤，而對它的處理上有施用 Mn-salt 的方法或施用像 S 的酸性物質使 Soilacidity 昇高的方法等。L. G. Willis[51]調査海岸土壤而報告；該土壤中很顯著的缺乏 Mn 而且磷的含量較低。但對它施用多量的 Phosphate 也不呈現什麼反應。該土壤都呈示中性或鹼性反應而依 $MnSO_4$ 的施用能防止 Mn 的缺乏。他說，於强酸性的土壤，沒有需施用 Mn 的實例。

II 實　　驗

如緒論所述，本人以爲在肥料學上及植物生理學上對於 Mn 特有研究的必要。尤其是感到爲了充分知道了 Mn 的特性要比從來更實行精細的化學分析來決定植物體，土壤或肥料等的組成分。最近各地都有缺乏 Mn 的現象，尤其是像 Mn 肥料已經漸漸有向市場售出的傾向。在以前因爲分析法還不完備所以就把包含在不純物的 Mn 量也輕輕看過，而對於 Mn 的存在量未能詳細知悉。近年來因爲分析法進步，所以各地土壤[52. 53. 54. 55. 56. 57]肥料，[58. 59. 35]或作物[60]等都有正確的分析出來了。如此 Mn 對各種作物的影響或 Mn 缺乏的土壤，在外國雖然有詳細的調查，但是在臺灣對這微量要素的研究尙僅少。對於臺灣土壤，HCl-solnble Mn 雖經分析出來了。[61] 但是本人再對於臺灣的一部分土壤更調査其 Total Mn 量，及依 Profile depth 而發生的 Mn 含量的變化情形，以及 Available Mn 量和各種肥料中的含量等。所以依照上述見地想要把它的結果報告出來以資在臺灣的微量要素研究的參考。

i 分 析 方 法

土壤及肥料中的 Mn 用如下的 Procedure 定量出來。

A.) 土壤中 Total Mn 定量手續；

用如下的方法[62]預先處理土壤。即在白金坩堝中秤量 2~5 gr. 的細土，其中加入試料的約 2.5 倍量的細粉狀 $KHSO_4$ 充分混合，然後加蓋，先慢慢的加熱 5 分鐘，以後再加熱到坩堝及蓋都變成紅色而經過 20 分鐘，把它冷却放入 H_2SO_4 (1 : 1) 中而加熱，看坩堝的內容物完全溶解後小心的取出坩堝及蓋用熱水充分洗滌，然後把它過濾而洗滌。

其次採用 Willard & Greathouse[63]所提倡的 Periodate Oxidation 法依比色法來定量 Mn 這個方法沒有從來所用的比色法如 Persulfate Oxidation 法，[64] Sodium Bismuthate 法[65] 或滴定法[59] 等所有的缺點，並且若用重量法不能定量的微量，如用此法就能較正確的定量出來。現在 Mn 定量差不多都是用此法。

就是將上記的濾液中添加 Conc. HNO_3 10c.c. 及 KIO_4 0.1~0.2g 煮沸數分鐘後再在 Water bath 上加溫數分鐘使 Mn 完全氧化變成過錳酸離子 ($Mn^{++} \rightarrow MnO_4$) 使呈紫紅色。

2 $Mn(NO_3)_2 + 5\ KJO_4 + 3\ H_2O \rightarrow 2\ HMnO_4 + 5\ KJO_3 + 4\ HNO_3$ 等它完全冷却後稀釋到一定容積然後與過錳酸鉀的標準液比色。所用的機器是 Dobosq' Colorimeter。

B.) 土壤中 Active Mn 定量手續；

對土壤中 Active Mn 的三種形態即 Water soluble Mn, Exchangeable Mn, 及 Easily reduciable MnO_2 來定量。即採用 Sherman, Mc Harge & Hodgkiss 等[66] 所提議的方法，此方法如下。

(1) Water soluble Mn;—500 c.c. 容積的 Erlenmeyer flask 中放入 25gr. 的土壤，加入 250 c.c. 的蒸餾水，加蓋振盪 30 分鐘然後用 Buchner funnel 過濾。把濾液蒸發乾固後，用 (1+4) H_2SO_4 把 Residure 溶解而破壞有機質再把它煮沸。其次用前述的 Willard & Greathouse 法[63] 定量 Mn 留下來的土壤放在原來的 Flask 中備於 Exchangeable Mn 的定量。

(2) Exchangeafle Mn;—已分離了 Water soluble Mn 後的土壤中，加入把 PH 調節爲 7,0 的 Normal ammonium acetate 250 c.c. 加蓋後振盪 30 分鐘，以後最少要靜置六小時，在其時間內要時時振盪。把 Mixture 用 Buchner funnel 過濾，再把濾液蒸發乾固。其次依加熱而破壞 Acetate 後，用 (1+4) HNO_3 把 Residure 溶解。然後依第一項 Water soluble Mn 的方法同樣定量 Mn 剩下的土壤放在原 Flask 中做其次的 Easily reducible MuO_2 的定量。

(3) Easily reducible manganese dioxide;—已經分離 Water sol Mn 及 Exch Mn 的土壤中加入含有 Hydroquinone 0.2% 的 Normal ammonium acetate 250c.c., 最少振盪 6 小時使完全給 Mn 還元。用 Büchner funnel 過濾後，濾液中添加(1+1)H_2SO_4 10c.c. 及 Conc HNO_3 10c.c. 把它蒸發乾固。再用(1+4)H_2SO_4 溶解 Residure 後依與 Water soluble form 同樣的方法定量 Mn。

C.) 肥料中 Mn 的定量手續；

肥料中 Mn 的定量方法[67] 凡無機質的肥料就不必動它，有機質的要預先注意使其灰化，把碳素已經飛散了後，拿出來秤量灰分量，然後用 $KHSO_4$ 溶融後依照土壤中全 Mn 定量的方法來定量。

D.) 測定土壤反應；

用 Antimony 電極法測定其土壤的 PH。

ii 實 驗 結 果

在本實驗所用的土壤試料中一部分是從本土壤肥料研究室得到之外，其他大部分是由農業試驗所，梁鉅榮先生所提供的。雖然不是爲分析土壤 Mn 的目的而採取來，但這是梁先生爲調査臺灣土壤1948年以後採取來的試料，並且是選臺灣的代表土壤，所以筆者相信可做相當的參考。下面所揭的各

表中關於土壤的 Classification 及 Texture 是準據梁先生所調查的。

A.) 土壤全 Mn 含量

下記的第1表及第2表都是分析表土的結果，其中臺中縣土壤的 Mn 含量在 76~680p.p.m. 之中間有相當的偏差。其20種土壤的平均 Mn 含量是 314p.p.m. 高雄縣土壤的 Mn 含量在 72~1028p.p.m. 的中間而30種土壤的平均 Mn 含量是 333p.p.m. 這兩縣的 Mn 平均含量則 333p.p.m. 與 314p.p.m. 顯示近似的狀態是很有興趣的。在兩縣土壤，Total Mn 含量與土壤反應都不能認出任何關係。又與 Soil texture 好像也沒有什麼關係。

第1表　臺中縣土壤全 Mn 含量

(Mn in p.p.m. of air dry soil)

Great Soil Group	Soil Series	Soil texture	Source of Soil Samples	Soil PH	Mn Content p.p. m.
Yellow earth	佳陽系	Silt loam	達見	4.9	329
〃	〃	Clay loam	マンタハロ	5.8	670
〃	崎頂系	Fine sandy l.	楠子脚水田	6.3	228
〃	竹山系	Sandy clay l.	北勢與土城之間	6.0	530
〃	木鞍系	Clay loam	大鞍山頂路切口	5.9	104
〃	〃	Sandy clay l.	石壁坑	5.6	174
Alluvial soil	濁水溪系	Coarse sandy l.	北斗一溪州間	6.1	413
〃	〃	Silty loam	五塊草湖面	6.5	481
〃	員林系	Clay loam	海埔眉	7.0	299
〃	〃	Sandy clay l.	口庄	5.8	132
〃	〃	Sandy clay l.	草港中	5.0	680
〃	臺中系	Loam	九張犁	5.5	94
〃	大肚系	Fine sandy l.	北溝附近	5.1	246
〃	〃	Fine sandy l.	車籠埔	5.0	213
〃	濁水溪系	Loam	望鞍之溪邊	6.1	397
Red earth	日月潭系	Light clay	人倫水田	6.0	76
Salin soil	梧棲港系	Clay loam	鹿港海邊	7.2	503
Podsol	阿里山系	Silt loam	貴賓館後	4.9	76
Forest soil	觀高山系	Silt loam	觀高山頂	5.8	461
Prarie soil	鹿林山系	Clay loam	鹿林山	5.1	91

第2表　高雄縣土壤全 Mn 含量

(Mn in p.p.m. of air dry soil)

Great Soil Group	Soil Series	Soil texture	Source of soil samples	Soil PH	Mn Contents p.p. m.
Alluvial soil	屏東系	Loam	東港區新園鄉	5.9	181
〃	〃	Loam	旗山區美濃鄉	6.0	142
〃	〃	Loam	屏東區社皮鄉	6.3	101
〃	〃	Silty lay	屏東市下厝之南	6.3	207
〃	〃	Silty loam	潮州區竹田鄉	6.3	747

〃	〃	Clay loam	潮州鎭五魁寮	6.1	207
〃	〃	Silty clay l.	潮州區義戀縣講水社	5.8	354
〃	〃	Silty clay	義戀鄉義戀社	5.7	173
〃	〃	Loam	旗山區高樹鄉	5.8	183
〃	〃	Loam	潮州區內埔鄉	5.9	194
〃	〃	Silty clay	長興鄉（屛東市之東北）	5.7	304
〃	鳳山系	Loamy clay	小港鄉山藍之北	6.9	448
〃	〃	Clay loam	烏松鄉大埤之東北	6.4	250
〃	〃	Loamy clay	鳳山鎭五塊厝	6.3	262
〃	〃	Loamy clay	鳳山鎭赤山	6.0	164
〃	〃	Loamy clay	小港鄉大林埔	6.8	717
〃	〃	Loamy clay	小港鄉之北	7.2	549
〃	大樹系	Clay loam	大樹鄉	6.9	417
〃	北勢系	sandy loam	枋寮鄉北勢寮	6.0	219
〃	〃	Light clay	枋寮鄉與底寮	6.1	367
〃	甲仙系	Clay	旗山區杉林鄉	6.0	147
〃	〃	Clay loam	杉林鄉	6.1	216
〃	林邊系	Loam	新埤鄉與沙崙之間	6.5	447
〃	〃	Loam	佳多鄉東埔之東	7.0	1028
〃	美濃系	Sdlt	旗山鎭經濟農場	6.3	250
〃	王公廟系	Clay loam	高雄市	7.4	449
Saline soil	劉眉系	Light clay	內埔鄉	6.3	391
Plano soil	九闡系	Loam	阿蓮鄉	6.2	618
〃	大樹系	Loam	高雄市灣子內	6.4	722
〃	本州系	Silt loam	路竹鄉水嶺壩	5.8	960

B.）土層深度與 Mn 含量

第3表　臺南縣土壤剖面之全 Mn 含量

(Mn in p.p.m. of air dry soil)

Great Soil Group	Soil Series	Soil texture	Profile depth cm.	Sonrce of Soil samples	Soil PH	Mn Contents p.p. m.
Alluvial soil	虎尾溪系	S. L.	A 0—35	北斗園子農場	6.6	356
〃	〃	L. S.	B 35—65	〃	6.8	369
〃	〃	C. L.	C 65—100	〃	7.0	339
〃	濁水溪系	C. L.	A 0—20	斗六區莿桐鄉	5.4	200
〃	〃	C. L.	B 20—35	〃	6.2	202
〃	〃	S. L.	C 35—45	〃	7.1	799
〃	〃	C. L.	D 45—75	〃	7·2	881
〃	八掌溪系	S. L.	A 0—15	嘉義區龍山鄉	※	※
〃	〃	S. L.	B 15—35	〃	6.5	1570
〃	〃	C. L.	C 35—50	〃	※	※
〃	〃	C. L.	D 50—110	〃	6.6	945
〃	曾文溪系	S. L.	A 0—15	新化區灣祖鄉	6.6	245

〃	〃	S. L.	B 15—25	〃	6.0	276
〃	〃	C. L.	C 25—100	〃	6.1	638
〃	新化系	C. L.	A 0—20	學社鄉北字店	6.5	380
〃	〃	C. L.	B 20—50	〃	6.3	402
Saline soil	麻豆系	Si. C. L.	A 0—23	曾文區下營鄉	7.2	470
〃	〃	L. C.	B 23—35	〃	7.2	405
〃	〃	L.	C 35—90	〃	7.5	476
〃	〃	Si. C. L.	D 90—130	〃	7.7	566
〃	六脚系	C, L.	A 0—10	東石區西鄉	7.1	564
〃	〃	C. L.	B 10—22	〃	7.2	655
〃	〃	S. L.	C 25—50	〃	7.1	562
〃	學甲系	L. S.	A 0—20	北門區上城學甲寮	7.4	503
〃	〃	C. L.	B 20—125	〃	8.0	514
〃	麥寮系	L. S.	A 0—15	北港區四湖鄉	7.1	327
〃	〃	S. L.	B 15—32	〃	7.1	317
〃	〃	L. S.	C 32—42	〃	7.3	326
〃	〃	L. C.	D 42—150	〃	7.6	571
Reddish yellow Podzolic soil	阿里山系	L. C.	A 0—3	吳鳳鄉阿里山管理所	4.5	138
〃	〃	L. C.	B 3—11	〃	4.6	140
〃	〃	L. S.	C 11—16	〃	4.2	145
〃	〃	C. L.	D 16—40	〃	4.3	137
〃	〃	C, L.	E 40—47	〃	4.2	207
Planosols	新營系	L. C.	A 0—15	新營鎮縣府北 (看天田)	6.6	613
〃	〃	L. C.	B 15—25	〃	7.0	513
〃	〃	S. L.	C 25—50	〃	7.0	676
〃	〃	S. L.	D 50—95	〃	6.5	410
Regraded Rendzina	碧雲系	S. L.	A 0—3	白河鄉碧玄寺	6.5	580
〃	〃	L. C.	B 3—30	〃	6.8	672
Reddish brown lateric soil	西屯系	S. L.	A 0—7	嘉義鄉	※	※
〃	〃	S. L.	B 7—15	〃	5.3	622
〃	〃	S. L.	C 15—30	〃	5.1	778
〃	〃	C. L.	D 30—200	〃	4.8	1218
Young soil	左鎮系	S. L.	A 0—20	新化區王井鄉	6.8	327
〃	〃	C. L.	B 20—24	〃	6.7	518
〃	〃	L.	C 24—30	〃	7.0	413
〃	〃	C. L.	D 30—55	〃	7.7	370
Yellow brown lateric soil	林內系	S. L.	A 0—3	斗六區林內鄉	6.0	561
〃	〃	S. L.	B 3—30	〃	5.9	596

記號 ※ 因土壤試料不够，未分析。

第三表是選擇臺南縣的十五個最代表的土壤，而分析在各種剖面深度的 Mn 含量的結果。表中 A, B, C, D 等是在土壤調查時便宜上暫定的土層名稱，而並不是在普通的 Profile 所用的 A horizon, B horizon 等分類法。臺南縣土壤中由表土到心土的總平均 Mn 含量是 515p.p.m. 而對表土的平均 Mn 含量是 405p.p.m. 心土的平均 Mn 含量是 557p.p.m. 在各 Profile 隨深度的增加而其 Mn 含

量都有增加的傾向。如 Alluvial soil 濁水溪土壤特別顯著。同時土壤 PH 也有增加的傾向。因此可以說在一個土壤割面，隨 PH 的增加 Mn 含量會增加。此原因也許是臺南縣土壤一般是 Alkali 性，其表土受多年的耕耘，酸性肥料的施用，鹽類的流失等的影響其結果 PH 比心土低。又表土的 Mn 含量因植物的吸收而比心土減少。所以有上述的傾向。可是不要看一個 Profile 而由全般看起來，土壤 PH 與 Mn 含量間並沒有什麼關係。

C.) 土壤 Active Mn 的含量

第4表 臺灣土壤的 Active Mn 含量

(p.p.m. in air dry soil)

Soil	PH	Water soluble Mn^{++}	Exchangeable Mn^{++}	Reducibie MnO_2 as Mn^{++}	Total Mn
總爺番子田農場	7.2	0.0	3.2	34.1	178
臺中示範農場	6.3	0.0	4.4	116.8	332
南靖看天田	7.6	0.0	6.4	98.0	873
臺北農試所農場	5.0	0.0	32 5	239.0	683
桃園畑地	5.6	0.0	4.9	59.8	220
臺大農場芋畑	5.7	0.0	3.4	185.1	441

Exchangeable Mn 在農業試驗所農場特別多。又南靖土壤雖然 Total Mn 量最多 (873 p.p.m), 但是其 Reducible Mn 量比較少，只有 93p.p.m. 這點是要注意的。一般而言，Reduciable Mn 量隨 Total Mn 量的增加而可有增加的傾向。可是其間不一定成正確的比例。Reducible Mn 被土壤 PH 支配是很明顯的。即土壤 PH 高時 Reducible Mn 是減少。

D.) 肥料中 Mn 含量。

第5表 無機質肥料中 Mn 含量

肥料名	製造元	Mn p.p.m.	Mn_3O_4 %
原子肥料	美國 Atomic fertilizer	75	0.0104
過磷酸鈣	臺肥第二廠37年8月出品可溶性 P_2O_5 15%	2414	0.3351
〃	臺肥第二廠37年9月出品可溶性 〃 16%	2842	0.3945
〃	臺肥第二廠37年10月出品可溶性 〃 18%	2261	0.3139
石灰氮	朝鮮 N 15%	117	0.0162
〃	朝鮮 N 17%	99	0.0137
石灰氮	臺肥第一廠38年7月出品 N 17%	37	0.0051
〃	臺肥第一廠38年7月出品 N 18%	45	0.0062
重過磷酸鈣	美國救濟總署	trace	trace
其他多種硫銨	硝酸銨 KCl, 智利硝石等	none	none

Mn 分析所用的有機質無機質肥料，大部分是由農林廳檢驗局基隆分局分讓的。表中的肥料成分是當局分析的結果。

過磷酸鈣的 Mn 含量較其他肥料特別多。這是因爲原料的磷礦石中普通含有相當多的 Mn 所以製

品中 Mn 含量當然也受影響。重過磷酸鈣中只能檢出微量的Mn的存在而不能定量出來。其他硫銨硝酸銨智利硝石氯化鉀等（德國、美國、俄國、加拿大、比利時，中國等製造的）十八個試料中完全沒有檢出 Mn 的存在。

第 6 表　有機質肥料中 Mn 含量

肥料名	原物中含量		灰分中含量	
	Mn p.p.m.	Mn_3O_4 %	Mn p.p.m.	Mn_3O_4 %
落花生油粕 A	21	0.0029	451	0.0626
〃 B	31	0.0043	573	0.0795
〃 C	32	0.0044	648	0.0899
營口豆餅 A	22	0.0030	273	0.0379
〃 B	32	0.0046	385	0.0534
安東豆餅 A	17	0.0023	255	0.0354
〃 B	17	0.0029	282	0.0391
茶子餅 A	323	0.0448	12228	1.6976
〃 B	286	0.0379	8650	1.2009
栗子餅	68	0.0094	836	1.1606

第 6 表是完全以植物體爲原料的肥料的分析結果。對於原物中及灰另中的 Mn 含量相比較的結果示在本表。茶子餅中的 Mn 含量特別多，而豆餅中含量最少。雖然進些試科的搾油法各有不同，但是大體上可以察知各種植物種子中 Mn 含量。

III 討　　論

所用的土壤試料是臺中縣 20 個臺南縣 15 個高雄縣 30 個。分析其表土的 Total Mn 量的結果各縣的平均 Mn 含量是臺中縣 314p.p.m. (96～680p.p.m.) 臺南縣 405p.p.m. (138～613p.p.m.) 高雄縣 333p.p.m. (72～1028p.p.m.) 而 3 縣的平均 Mn 含量是 351p.p.m. (0.0351%) 就是等於 Mn_3O_4 0.0487%

又對於臺南縣 15 個地方的土壤，更調査其全 Mn 量依深度的不同而發生的變化。然而可知大部分土壤的 Mn 含量隨深度的增加而增多。這種現象也許是與 Soil type 有關。

據 Leeper,[12]對 Podzolized soil 的分析結果，其 Total Mn 量隨深度的增加而逐次減少。即在 0—6" Layer 的 Total Mn 量是 128p.p.m. 但是在 35～48" Layer 就減少到 38p.p.m. 關於其他國外各地土壤中 Mn 含量的許多分析結果如下。

Indian soil[52] 100～1300p.p.m., Malayanosoil[39] Trace～0.04%，Trindad soil[54] 0.04～0.26%，West Indian soil[19] 0.16～0.48% MnO, Jersey soil[57] 0.013～0.25% MnO。

在第 4 表觀察土壤中的 Active Mn 即 Water solnble Mn, Exchangeable Mn 及 Easi ty rednciable Mn 的三種形態的 Mn 含量結果，可知這六種土壤都含有相當量的 Aetive Mn 因爲土壤中含有 100 p.p.m. 的 Reducible MnO_2 時對植物就充分够所以這些土壤對植物生育大概不會發生 Mn 的缺乏。只有番子田農場及桃園土壤其 Reducible MnO_2 含量較少。這二個土壤依施用石灰時

會發生 Mn 的缺乏。農試所農場的 Exch。Mn 雖比較豐富但也不至於因過剩而發生Mn Toxicity。南靖土壤的 Tofal Mn 雖有 873p.p.m. 但其 Reduciab'e Mn 只有 98p.p.m. 而大部分 Mn 被固定在土壤中。其原因可推想爲該土壤的 PH 及 Aeration 等很適於 Oxidation 的 Condition 所以大部分的 Mn 被氧化變成 Manganic Mn 而被固定在土壤中。

如上述依 Active Mn 的定量能預示該土壤的 Mn Deficiency 或 Toxicity 換句話說由於定量土壤中的 Water sol. Mn, Exch. Mn 及 Easily reducible Mn 就可知道 Manganous-manganic system 的傾向。據 Sherman 等[66] 的所究，土壤中加入 Solu b'e Mn 時若是 We'l aerated soil, Mn 就氧化成 Manganic Mn 而被固定。如果土壤不能固定 Solub'e Mn 的時候，Mangaus-mangauic System 的傾向就是向 Manganous form 而進行的。土壤有 Reducing Condition 存在的時候 Manganous Mn 就多，因此對於植物可呈現 Toxicity 據他們說 Easi'yredncible MnO_2 的含量在 25p.p.m. 以下時能發生 Mn-deficiency 關於土壤的 Manganous-manganic equ. Sherman 等[69] 又報告；中性或 Alkli 性 Condition 適於 Manganic Mn 的生成而 Acid condition 適於 Manganous Mn 的生成。强烈的還元劑能使 Equilibrium 向 Manganous form 進行。又冬天適於 Manganous ion 的生成而夏天反而適於 Mangauic ion 的生成。一般而言 Mnaganous ion 增加時 MnO_2 就減少。在 Alkali 土壤欲使作物充分生育最少需要 3p.p.m. 的 Exchangeable Mn, 而如要保持這適當量的 Excha. Mn 最少須要補足 100p.p.m. 的 Easily reduciab'e Mn。在酸性土壤中 Exch. Mn 的適當量再低一點也可以。Sherman 等主張欲研究如上 Mn fraetion 時所有的土壤 Sample 都要同時採取並且要把 Fie'd moisture 及 temperature 保持到定量開始爲止。就是說要保持爲 Field 同樣的 Condition 因爲土壤試料的 Active Mn 量依環境的變化會發生變動所以如果不保持同樣的 Condition 就不能定量 Mn 在 Field 時種種形態的實際含量。

分析所用的肥料都是縱來在各方面實際上被使用的。所以若含有Mn時多年的施肥就可以供給多量 Mn 於土壤。其中過磷酸鈣的 Mn 含量相當多。這是很值得注目的事情。當然肥料中的 Mn 不是全部能被植物直接利用的。可是施肥的時候其中相當量的 Mn 可能移動於土壤中是很明顯的。

上述的分析數目不過是把臺灣的一部分土壤所分析結果所以不能直接視爲代表整個臺灣土壤的 Mn 含量。若不實行更廣範囮的調查就不能斷定整個臺灣土壤的剖面 Mn 含量如何或是有効性 Mn 含量如何等的問題。這個問題再須研究的地方很多。所以想將來有繼續此調査的必要。

IV 摘　　要

據過去的研究結果 Mn 被列於植物生育上必需不可缺的要素而多人更在詳細研究 Mn 對於植物的生理機能及在土壤中或植物中的分佈情形。現在可知依施用少量的 Mn 就能顯著刺戟植物的生長，並且已經在各地方以 Mn 而施用肥料的人漸多。

在外國關於土壤中或肥料中的Mn 含量情形已經有整個的調査，但是在中國是沒有的。筆者對於臺灣的一部分土壤及肥料調査過其 Mn 含量而得到如下的結果。

1) 對於臺中縣選20個土壤表土分析結果 Total Mn 量在自 76p.p.m. 至 680p.p.m. 之間而平均是 314p.p.m.

2) 對於高雄縣的30個表土分析的結果 Total Mn 量在 72~1028p.p.m. 之間其平均 Mn 含量是 333p.p.m.

3) 臺南縣15個表土分析的結果 Tetal Mn 量在 138~613p.p.m. 之間平均是 405p.p.m. 又隨剖面的深度而分析的結果，各土層 Mn 含量在 135~1218p.m.p. 之間，其平均卽心土的平均 Mn 含量是 557p.m. 而比表土較高。縱表土到心土的總平均是 515p.p.m. 一般而言 Mn 含量隨深度的增加可有增加的傾向。

4) 臺中臺南高雄三縣表土的平均 Total Mn 量是 351p.p.m. 卽0.0351% 若以 Mn_3O_4 表示就等於 0.0487%

5) 選擇六個臺灣代表土壤而定量其 Aetive manganese 卽 water solnble Mn, Exchangeable Mn 及 Easily reducible MnO_2 的三種形態的 Mn 其結果如次：Watersol Mn 0.0-0.0 p.p.m. Exch Mn 3,2~32.5p.p.m., Easily redu MnO_2 34.1~239,0p.p.m. 可以斷定這些土壤並沒有呈現 Mn deficiency 或 Toxicity。

6) 無機質肥料中過磷酸鈣的 Mn 含量最高卽 2414~2842 p.p.m. 而石灰氮原子肥料等都在100p.p.m. 以下。除重過磷酸鈣表示痕跡的存在外其他硫銨、硝銨、氯化鉀、智利硝石等都不能檢出 Mn。

7) 有機質肥料中茶子餅的Mn 含量比其他試料特別多卽有 323p.p.m.（原物中含量）及 12228 p.p.m.（灰分中含量）。落花生餅，豆餅，茶子餅等的 Mn 含量在 17~68p.p.m.（原物中含量）及 275~836p,p.m.（質分中含量）中間。

V 引 用 文 獻

1) J.S. Mc Hargue; Jour-Agric. Res. 27, No. 7; J. chem. Soc. 44, No. 7

2) Jhon W. Shive; Significant Role of trace elements in the nutrition of plants-Plant physiology Vol. 16, No. 3 (1941)

3) K. Krumins; Manganese contents of Latvian soil and rocks-Chem. Abs. 27, 1971 (1933)

4) Friz Alberts Dietert; Planta 32, 88-117 (1941)

5) L.H. Jones, W.B. Shepardson & C. A. Peters; The function of manganese in the assimilation of nitrates. Plant physiology 24, 300-6 (1949)

6) F.C. Gerretsen; Mn in relation to photosynthesis-Plant and Soil 1, 347-58 (1949)

7) W.P. Kelley; The frunction and distribution of manganese in plants and soils-Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull No. 26

8) P.A. Vlasyuk; Manganese fertilizer Chemie & industrie 42, 729 (1937)

9) Paul M. Harrmer & G. Donald Sherman; The influence of Mn deficiency on the synthesis of ascorbic acid.-Soil Sci. Soc. Ame., Proc. 8, 346-9 (1943)

10) W.B. Bishop; Distribution of Mn in plants and its importance in plant metabolism Australian J. Exptl. Med. Sci. 5, 125-40 (1928)
11) K. Scharrer; D. pflanzenernahr., Dungung Bodenk. 44, 223 (1936)
12) D.H. Wester; The presence and the significance of Mn in plants Chem. Abs. 28, 3681 (1934)
13) G.D. Sherman; The role of Mn in orop production. Com. Fertilizer 67, No. 5
14) G. Samuel & C.S. Pipper; Jour. Agr. Sci. 21, 762 (1931)
15) K. Aso; Bull, Col. Agr. Tokyo Imp. Univ., Vol. 6, Vol. 7 (1907)
16) M.F. Morgan & O.E. Street; Connecticut Agr. Expt. Sta. Bull. 410, 393-406(1938)
17) T. Eden; Tea Research Inst. Ceylon, Bull. noll, 48-64
18) P.E. Turner; Mn in relation to juice purity of sugar cane Proc. sugar cane Investigation commitlee (Trindad) 4, 247-6 (1933)
19) J.A. Mc Donald & G. Rodrigaez; The Mn contents of West Iadian cacao soils Imp. Coll. Trop. Agri (Trin dad) 5 th Ann. Rept. Cacao Res. 1935, 43-7
20) Mn deficiency in soil-Anon. Rept. Waite Agr. Reserch Inst. south Australia 1733-36 (1937)
21) P.M. Harrmer & G.D. Sherman; The effect of $MnSO_4$ on several crops growing on organic soil. Soil Sci Soc. Ame., Proc. 8, 334-40 (1943)
22) J.E. Stekel; Mn fertilizoation of soybeans in Indiana. Soil Sci Soc. Ame., Proc. 11, 345-8 (1946)
23) R.L. Cook; Fertilizer for sugar beets-Better crops with plant food 31, 39-41 (1947)
24) I. Friedrichen; Planta 34, 69-87 (1944)
25) 徳岡・緒岡; 蔬菜の生育に對する微量要素の影響について一熱農誌 9, No. 12
26) 徳 岡 ・ 魚; 水稻生育に殘する Mn 影響に就いて——日本土肥雜誌 13, No. 6
27) S.P. Aigar; Minorelements in rice growing-Inclian Farming 7, 11-14
28) R.V. Allison; Mn A trace element. Citrus Ind. 19, No. 1 (1938)
29) S.G. Heintz; Mn deficiency in peas and other crops in relation to availability of soil Mn J. Agri. Sci. 36, 227-38 (1946)
30) H.D. Morris & W.H. Pierre; Agron. J. 41, 107-12 (1949)
31) T.C. Danne & A.T. Gulvin; Manganese deficiency of apple trees—W. Australia Agr. Rept. J. 23, 127-30 (1946)
32) Johnson, M.O.; Mn chlorosis of pineapples—Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull. 52(1924)
33) R.D. Dickey & Walter Reuther; Florida Agr. Expt. Sta. Bull. 319 3-18 (1938)
34) B.R. Bertramson; Northern Indiana manganes defciency—Comm. Fertilizer 75, No.

30-1 (1947)
35) S. Gencke; The activitg of the manganese in basic slag—Bodenkunde u. Pflanzenerxhr 19, 187-201 (1940)
36) H.J. Snider; Manganese as a factor in the fertility of southern Illinois soil.—Trans. Illinois state Acad. Sci. 31, 95-6 (1938)
37) C.R. Bortner; Toxicity of Mn to Turkish Tobbacco—Soi Sci 39, 15-33 (1935)
38) H.M. Jacobson; Mn toxicity in tobacco—Science 70 (1929)
39) C.G. Aklurst; Mn in Malayan soil—J. Rubber Reserch Inst. Malaya 5, 29-34 (1933)
40) K.C. Berger, & G.C. Gerloff; Mn toxicity of potatoes in relation to strong soil acidity—Soil Sci Soc. Am., Proc. 12, 310-74 (1947)
41) C.G. Piper; The availability of manganenese in the soil—Jour of Agr. Sci. 21, 762-779 (1931)
42) G.W. Leeper; Mn deficiency of cereals, plot experiments and a new hypothesis—Proc. Roy. Soc. Victoria 47, 225-261 (1735)
43) E.H. Schmidt, J.E. Schueler, & R.P. Thomas; Mn fertilization on coastal plain soils.—Md. Agr. Expt. Sto, Bull. 362, 395-6 (1934)
44) D.E. Koch; The Mn Contents of some Ceylon soils—Trop. Agr. (Ceylon) 102, 219-23 (1946)
45) R.C. Hoon & C.L. Dhawan; Indian J. Agr. Soci. 13, 601-8 (1943)
46) 松木五楼; 土壌 p.p. 129 (明文堂) 昭17
47) C.R. Fujimoto & G.D. Sherman; Behavior of Mn in the soil and the manganese cycle.—Soil Sci. 66, 131-45 (1948)
48) G.D. Sherman & C.K. Fujimoto; The effect of the use of lime on the solubility of Mn in Hawaiian soils—Soil. Sci. Soc. Am., Proc. 11, 209-10 (1946)
49) H.J. Snider; Mn in some Illinois soil and crops—Soil Sci. 56, 187-92
50) H.J. Snider; Some charaeteristics of Mn—Better Orops with plant food 27, No. 10
51) L.G. Willis; Mn as a fertilizer for coastal-plain soil—N. C. Agri. sta. Ferti lizer Green Book 9, No. 6 17-20 (1928)
52) C.R. Harihara Iyer; Determination of Mn in soil—J. Indian Inst. Sci. 19, 51-66 (1936)
53) L.J.H. Teakle; The vaule of Mn as a fertilizer in Western Australia J. Dept. Agr. Western Australia 10, 340-54 (1933)
54) P. E. Tarner; Mn in Trindad limestone—Proc. sugar cane Invest. Commitee (Trindad) 4, 206-7 (1933)

55) A.L. Sundara; Soil fertility and the sole of trace clements—Rao Current Sci. 6, (1937)
56) F. Hardy & H.P. Smart; Dept—Agr. Brit. Honduras 56 (1935)
57) A.W. Blair & A.L. Prine; Mn in new Jersey soils—Soil Sci 42, 327-33
58) 平井敬藏; 肥料及肥料用物料中のマンガン含量について—土肥雜誌 14, No. 6
59) E.J. Randenbush; Determination of Cu and Mn in fertilizer—Flo. state chemist. Ann. Rept. 1933, 24-7
60) V.K. Sastry; Method for the derermination of Mn in soil and plants—J. Indian chem. Soc. 21, 370-5 (1944)
61) 臺灣農家便覽 (第六版) p.p. 1913 昭19
62) 般引眞吾; 土壤實驗法 p.p. 86
63) W.H. Willard & L.H. Greathouse; The colorimetric determination of manganese by oxidation with periodate—Jour. Ame. Chem. Soc. 39, 2366-73 (1917)
64) Yoe J.H.; Determination of manganese by oxidation with persulfate—Photometric chemical analysis Vol 1 p.p. 273 (1928)
65) Yoe. J.H.; Detn of Mn in water by Sodium Bismu thate—Pho. Chem. Ana. Vol. 1
66) G.D. Sherman, J.S. Mc hargue & W.S. Hodgkiss; Determination of active manganese in soil—Soil Sci. 54, 253-257 (1942)
67) J.B. Smith & E.J. Deszyck; Report on the determination of manganese in fertilizers.—J. Assoc. Offi. Agr. Chem 24, 268-85 (1941)
68) G.W. Leeper; The forms and reactions of manganese in the soil.—Soil Sci. 63, 69-94 (1947)
69) G.D. Sherman & P.M. Harmer; The manganous-manganic equilibrium of soils—Soil Sci Soc. Ame, Proc. 7, 398-405 (1942)

The manganese contents of some Formosan soils and various fortilizers.

Taiwan Agricultural Research Institute

Tsai Fua Chiu

Summary

Acording to the results of previous studies, Mn is regarded as an essential element for the growth of plants. And many students are ae studing the action of Mn to the physical mechanism of plants and the distribution of Mn in soils or plants. Now we know that by using a bit of Mn can greately stimulate the growth of plants, and in

various districts, applying Mn in cultivation becomes circulated.

In foreign countries, the Mn contents in soils and fertilizers has bee investigated in systematicaly, but in our country it has not done yet. The auther has investigated the Mn contents of some Formosan soils and fertilizers and got the results as below;

1) Selected and analysed 20 samples of the surface soils of Tai chung prefecture, the total Mn contents are obtained as 76 p.p.m. to 680 p.p.m. and 314 p.p.m. on the average.

2) With 30 samples of the surface soils of Kao Hsing prefectwre, the total Mn contents are 72~1028 p.p.m. and 333 p.p.m. on the average.

3) With 15 samples of the surface soils of Tainan prefecture, the total Mn cntents are 138~613 p.p.m. and 405 p.p.m. on the average. And analysed the soils of each horizon of the profiles, the Mn contents are 135~1218 p.p.m. The average of the total Mn contents of the subsurface soil is higher than that of the surface soil. As general the contents of Mn tends to become higher in the lower horizon.

4) Selected 6 typical sorils from Formosan soils and analysed the contents of active Mn that is water solnble Mn, exchangeable Mn and easily reduciable MnO_2, and the results as follow;

water solnble Mn ;	0.0~ 0.0 p.p.m.
exchangeuble Mn ;	3.2~32.5 p.p.m.
easily reducible MnO_2;	34.1~239.0p.p.m.

From above results we can conclude that these soils does not show any Mn deficiency or toxicity.

5) Among the inorganic fertilizers, Ca-superphosphate contains the hrighest Mn conteuts that is 2414~2842 p.p.m. and Ca-cyanamide, atomic fertilizer contain lower that is less less than 100 p.p.m. Ca-double superphosphate contains a trace of Mn and ammonium sulfate, ammenium nitrate, K-chloride, $NaNO_3$ etc. does not contain any Mn.

6) Among the organic fertilizers, Tea seed-cake contain more Mn especialy than others, that is 323 p.p.m. in sample and 12228 p.p.m. in ash. Peanut-cake, bean-cake, rape-cake contain 19~68 p.p.m. of Mn in samples and 275~836 p.p.m. in ash.

At the conclusion of this study, the anther whish to investigate minor elements in soils of Formosa more widely.